Die Entwickelung

der

äusseren Körperform und des Mesoderms

bei

Bufo vulgaris.

INAUGURAL-DISSERTATION

der

Hohen philosophischen Facultät

der

Grossherzoglichen Landes-Universität Rostock

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Wilhelm Adler aus **Brieg**
Zahnarzt.

LEIPZIG
Verlag von Georg Thieme
1901.

Die Entwickelung

der

äusseren Körperform und des Mesoderms

bei

Bufo vulgaris.

INAUGURAL-DISSERTATION

der

Hohen philosophischen Facultät

der

Grossherzoglichen Landes-Universität Rostock

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Wilhelm Adler aus **Brieg**
Zahnarzt.

LEIPZIG
Verlag von Georg Thieme
1901.

Referent: **Professor Seeliger.**

Seinen geliebten Eltern

in Dankbarkeit gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549210_0081

(Aus dem Anatomischen Institut zu Berlin.)

Die Entwickelung der äusseren Körperform und des Mesoderms bei Bufo vulgaris.

Von

Wilhelm Adler.

(Mit Tafel III, IV.)

Inhalts-Uebersicht.

I. Einleitung S. 1—2.
II. Material und Methode S. 2—3.
III. Die Entwickelung der äusseren Körperform.
A. Beschreibender Teil S. 3—12.
B. Vergleichender Teil S. 12—16.
IV. Ueber das Verhalten der Keimblätter, insbesondere des Mesoderms, auf jüngeren und älteren Gastrulastadien S. 16—23.

I. Einleitung.

Die Embryonalentwickelung der Amphibien ist infolge ihres primitiven Charakters von grossem Interesse. Besondere Beachtung verdienen die Unterschiede, welche die *jungen Entwickelungsstadien* der einzelnen Arten auszeichnen, wenn auch im allgemeinen der Grundtypus gewahrt wird. Zur Begründung dieser Ansicht sei hier nur verwiesen auf die Entwickelung von Rhacophorus Schlegelii, bei welchem nach Ikeda die Furchung ähnlich derjenigen der Ganoiden ist, und ferner auf die im letzten Jahre erschienene Arbeit von Budgett an den Fröschen aus dem Paraguayan Chako.

Die *Larvenstadien* der verschiedenen Froscharten sind, wie die wertvolle Zusammenstellung von Boulenger zeigt, an der Zahl und

Anordnung der Zahnreihen leicht von einander zu unterscheiden. Die Unterschiede der *jüngeren Entwickelungsstadien* sind von diesem Autor nicht behandelt worden, dieselben bieten aber, abgesehen von der Eigrösse, der Art der Eihüllen und deren Zusammenhang, sowie von der Art der Eiablage, auch in ihrer äusseren Gestalt charakteristische Unterscheidungsmerkmale dar, welche wohl verdienen, ausführlich dargestellt zu werden.

Die Entwickelung einiger Arten von einheimischen Anuren hat schon systematische Bearbeitung gefunden. So die Unke (Bombinator igneus) durch Götte; von Rana temporaria und esculenta und den einheimischen Kröten sind jedoch nur Bruchstücke vorhanden. Unter letzteren sind namentlich die frühen Entwickelungsstadien von Bufo vulgaris sehr eigenartig, vornehmlich mit Rücksicht auf die Bildung des Medullarrohres, auf die Krümmung des Körpers, Entstehung und Ausbildung des Haftapparates, so dass es wünschenswert erschien, in systematischer Weise die Entwickelung dieser Form zu untersuchen und sie mit den entsprechenden Stadien anderer Anuren zu vergleichen.

Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich Herrn Privatdocent Dr. Kopsch, dem ich hierfür sowie für die Ueberlassung des gesammelten Materials und die freundliche Unterstützung mit Rat und That bei dieser Arbeit meinen innigsten Dank sage.

II. Material und Methode.

Das zu dieser Untersuchung verwendete Material stammt von *einem* Männchen und *einem* Weibchen von Bufo vulgaris aus der Umgebung von Berlin, welche im gepaarten Zustande gefangen waren und die befruchteten Eier im Laufe des nächsten Tages in einem Aquarium ablegten. Fast alle Eier entwickelten sich gleichmässig weiter.

Die Conservierung geschah in 0,5 % Chromsäurelösung, 100 + conc. wässerige Sublimatlösung 100. In dieser Flüssigkeit blieben die Eier samt der Gallerthülle 24 Stunden. Alsdann wurden sie 24 Stunden lang in fliessendem Wasser ausgewaschen, durch Eau de Javelle von den Eihüllen befreit, dann wieder kurze Zeit mit Wasser ausgewaschen (zur Entfernung des etwa noch anhaftenden unterchlorigsauren Natron)

und sofort mit einer frischbereiteten Alaun-Cochenillelösung gefärbt. Aeltere Stadien wurden mit Pikrinsublimat conserviert.

Die Einbettung geschah in Paraffin nach Behandlung mit Alkohol, steigend von 70 % bis 99 8/10 %, Chloroform, Chloroform-Paraffin. Im 99 8/10 % Alkohol und im Chloroform bezw. Chloroform-Paraffin können die Eier tagelang bleiben, ohne dass sie brüchig werden. Wesentlich ist ein möglichst kurzdauerndes Verweilen im Paraffin (15—30 Min.). So behandelte Eier haben eine ausgezeichnete Schnittconsistenz; sie sind weder hart noch brüchig.

Als Unterlage zur Herstellung der Oberflächenbilder dienten Mikrophotographien, welche bei genau 10- resp. 5facher Vergrösserung gemacht wurden, so dass die abgebildeten Figuren direct zur Abnahme von Maassen benutzt werden können. Deshalb wurde darauf verzichtet, eine besondere Maasstabelle anzulegen.

III. Die Entwickelung der äusseren Körperform.

A. Beschreibender Teil.[1])

Die jüngeren Stadien (Furchung und Gastrulation) finden hier keine Berücksichtigung. Die Furchung und Gastrulation verläuft in ihren Grundzügen ähnlich derjenigen von Rana temporaria und esculenta. Nur auf den Pigmentreichtum der Eier soll hingewiesen werden. Ein helles Feld am unteren Eipol ist auf Furchungsstadien kaum vorhanden, erst zur Zeit der Gastrulation findet eine Aufhellung derjenigen Zellen statt, welche später den Rusconischen Dotterpfropf bilden.

Stadium I (Fig. 1).

Wir beginnen mit einem Stadium, in welchem die Gastrulation vollkommen abgeschlossen ist, und eine von dem Urmund ausgehende, in der Medianlinie verlaufende scharfe und tiefe Rinne (*Medullarrinne*) als äusseres Zeichen der auf die Gastrulation folgenden Entwickelungsphase, welche mit der Bildung des Medullarrohres abschliesst, vorhanden ist. Diese Rinne (s. Fig. 1, 1*a*) erstreckt sich von der punktförmigen Oeffnung aus, welche den letzten Rest des Urmundes darstellt,

[1]) Abbildungen und Beschreibungen von einzelnen Stadien sind nach Boulenger gegeben von Rösel, Lataste, Héron, Royer, van Bambecke, Bedriaga.

ungefähr 140°, wie die Ausmessung von Sagittalschnitten ergiebt, über die Oberfläche des noch vollkommen kugeligen Embryos. In einiger Entfernung von ihrem vorderen Ende findet sich auf der Oberfläche des Eies eine hufeisenförmig gekrümmte flache Rinne, welche, wie spätere Stadien zeigen, die erste Anlage der Saugnäpfe (cement glands) darstellt.

Sagittalschnitte zeigen, dass der After geschlossen, ein enger Canalis neurantericus vorhanden ist. Auf dem Medianschnitt beträgt die Entfernung der Saugnapfanlage von der Gegend des Afters gegen 210°, von dem Canalis neurentericus 180°.

Stadium II (Fig. 2).

Die nächste Veränderung an dem Ei besteht in einer Streckung, wodurch aus der Kugelgestalt des Embryos aus Stadium I eine Walzenform hervorgeht. Diese Gestaltveränderung ist augenscheinlich weniger bedingt durch das Auswachsen des hinteren Körperendes, welches wie bekannt (vergl. Fr. Kopsch) in erster Linie das Längenwachstum verursacht, sondern scheint der Hauptsache nach hervorgerufen zu sein durch Lagerungsveränderung der gesamten Zellenmasse, wobei jedoch betont werden soll, dass bei dieser Umordnung das gegenseitige Lageverhältnis der einzelnen Zellen sich nur in ganz geringem Maasse verschoben hat, und demnach von einer directen Ortsveränderung der einzelnen Zellen wohl kaum die Rede sein kann. Wir stellen uns vielmehr die Art dieser Umordnung in derselben Weise vor, wie man durch einen leichten Druck auf eine Kugel plastischen Materials einen walzenförmigen Körper entstehen lassen kann.

Neben der Medullarrinne erheben sich zwei flache, niedrige Medullarwülste (s. Fig. 2*b*), welche nach dem hinteren Körperende niedriger werden, nach dem vorderen Körperende sich vielleicht auf das Doppelte zur Gehirnanlage verbreitern und die hier ebenfalls etwas breitere Medullarrinne begrenzen.

Die zwischen den Wülsten gelegene Medullarrinne bietet insofern eine erhebliche Abweichung von dem Verhalten der Medullarrinne bei Rana temporaria, esculenta, Bombinator, Triton, Siredon dar, insofern sie nicht wie bei den genannten urodelen und anuren Amphibien eine

tiefe und breite Rinne darstellt, sondern ein schmaler rinnenförmiger Spalt ist. Auch die Entstehung der Medullarwülste zu beiden Seiten dieser Rinne erfolgt in anderer Weise wie bei den genannten Amphibien.

Während bei den letzteren die erste Anlage von Gehirn und Rückenmark in Form einer mehr oder weniger breiten Platte auftritt (s. Fig. 1 *b* Rana fusca), deren seitliche Teile sich als Medullarwülste erheben und unter Höherwerden und gegenseitiger Annäherung die Medullarrinne (s. Fig. 1 *c* Rana fusca) und schliesslich durch gegenseitige Verschmelzung das Medullarrohr bilden (s. Fig. 2 *a* Rana fusca), entsteht bei Bufo vulgaris auf dem noch kugelförmigen Embryo (vergl. Fig. 1, 1 *a*) eine in der Medianlinie gelegene Rinne, deren Ränder auf dem nächsten Stadium sich in Form niedriger Wülste (Medullarwülste) um ein Geringes über die Oberfläche erheben und demnach schon von ihrer ersten Entstehung an, nur durch die spaltförmige Medullarrinne getrennt, dicht neben einander verlaufen.

Am vorderen Körperende ist auch schon die Anlage der Kiemenbögen in Gestalt eines flachen, schräg-rostral und ventral verlaufenden Wulstes zu erkennen.

Aus der Rinne, welche im Stadium I als erste Anlage der Saugnäpfe gedeutet wurde, ist eine breite und tiefe Grube geworden (s. Fig. 2 *a*), deren Ränder etwas aufgewulstet sind. Diese aufgewulsteten Ränder wiederholen natürlich die Hufeisenform der Rinne, verlaufen einander parallel und hängen an den freien Schenkeln der Rinne zusammen.

Die Zahl der abgegliederten Mesodermsegmente beträgt — wie Schnitte zeigen — vier. Der Canalis neurentericus ist als enger Canal noch vorhanden, die Afteröffnung ist noch verschlossen.

Stadium III (Fig. 3).

Dieses Stadium ist charakterisiert durch die Umbildung der Medullarrinne zum Medullarrohr, ferner durch den ersten Beginn der „Kopfkrümmung", welche sich in so starkem Maasse nur noch bei Triton findet. Diese ventrale Kopfkrümmung ist für die jüngeren Stadien von Bufo vulgaris ganz besonders charakteristisch. Durch dieselbe können die nächstfolgenden beiden Stadien leicht von entsprechenden Stadien der zum Vergleich herangezogenen Amphibien unterschieden werden.

Zu gleicher Zeit findet eine geringe Verlängerung des Embryos statt, wobei das Kopfende desselben schmaler wird als der hintere Teil des Embryos, so dass bei Betrachtung des Embryos von der ventralen oder dorsalen Fläche aus die Gesamtform eine birnförmige wird.

Das Medullarrohr erhebt sich nur wenig über die Fläche.

An der Kiemenbogenanlage sind keine wesentlichen Veränderungen festzustellen. Sie erscheint wie beim vorigen Stadium in Gestalt einer niedrigen, vom vorderen Teil des Medullarrohres ausgehenden Leiste. Dagegen ist die Anlage der Saugnäpfe erheblich stärker differenciert, insofern als die hufeisenförmige Grube bedeutend tiefer geworden ist und die Ränder sich stärker aufgewulstet haben. Zugleich ist die Hufeisenkrümmung etwas stärker geworden, was wohl durch die Verschmälerung des vorderen Kopfendes bedingt ist.

Der zwischen den Hufeisenschenkeln gelegene Abschnitt des Eies bietet das Ansehen einer erhabenen Platte, auf der bei manchen Embryonen einige kleine Grübchen beobachtet werden. Eine Constanz derselben nach Lage und Auftreten ist jedoch nicht festzustellen.

Die Afteröffnung ist am hinteren Ende des Medullarrohres als punktförmige Oeffnung sichtbar.

Die Betrachtung der Schnitte ergiebt sieben abgegliederte Mesodermsegmente. Die Afteröffnung ist durchgebrochen, der Canalis neurentericus ist als Canal nicht mehr vorhanden.

Stadium IV (Fig. 4, 4*a*).

In diesem Stadium ist in einer grossen Anzahl von Fällen die Kopfbiegung, deren Beginn auf dem vorigen Stadium bemerkt wurde, am stärksten ausgesprochen. Es wurde deswegen zur bildlichen Darstellung dieses Zustandes ein besonders ausgeprägter Fall gewählt.

Die Kopfbiegung (s. Fig. 4) wird bedingt durch eine Art Einschnürung, welche an der caudalen Grenze der Saugnäpfe sich befindet, dort am tiefsten ist und, allmählich flacher werdend, dorsalwärts verläuft. Dabei bildet sie an den Seiten des Körpers die Grenze der Kiemenbogenregion gegen den hinteren Körperabschnitt. Letzterer ist ventralwärts stark vorgebuchtet.

Die Gegend des Afters ist nunmehr auch am Profilbilde deutlich

zu erkennen, dadurch dass das Medullarrohr in der dem After benachbarten Region sich auch über die Fläche erhebt.

Am Kopfabschnitt sind drei Kiemenbogenanlagen zu sehen in Gestalt von drei niedrigen, hinter einander gelegenen Wülsten, deren erster am längsten ist.

Das Aussehen dieser Region variiert sehr bedeutend, und zwar nicht allein bei verschiedenen Embryonen, sondern auch an den beiden Seiten desselben Embryos. Die Anlage der drei Kiemenbogen erscheint bald in der Gestalt einer einheitlichen Platte, bald unter dem Bilde von zwei oder drei parallelen Wülsten von verschiedener Länge (in dorso-ventraler Richtung), von denen jedoch der am meisten rostral gelegene stets der längste ist.

Die Saugnäpfe (Fig. 4*a*) haben durch das Eintreten der Kopfbiegung eine geringe Verlagerung erfahren, so dass sie nunmehr vollkommen ventralwärts gerichtet sind, während sie auf den früheren Stadien mehr nach vorn gerichtet waren, d. h. mit anderen Worten: die Saugnäpfe sind durch die Bildungsvorgänge am anderen Körperende aus ihrer ursprünglichen Lage am vorderen Ende der Neurula (Stadium I) in die ventrale Lage, welche sie bei älteren Embryonen einnehmen, erst *secundär* gebracht worden. Die Ränder der Saugnäpfe sind hohe erhabene Wülste geworden.

Auf der zwischen ihnen gelegenen Platte ist in der Medianlinie eine Rinne aufgetreten, welche dorsalwärts in einer kleinen punktförmigen Vertiefung endigt. Diese Vertiefung ist die erste Anlage der *Mundöffnung*. Sie ist am Profilbilde (Fig. 4) in einer kleinen Knickung der Contourlinie zu erkennen. Bei der Beobachtung von der ventralen Seite her ist sie erst auf dem nächsten Stadium deutlich zu sehen.

Stadium V (Fig. 5, 5*a*).

Nunmehr beginnen auch am hinteren Körperabschnitt charakteristische Umwandlungen (Fig. 5).

Derselbe fängt an sich in die Länge zu strecken, wodurch nicht allein eine relative, sondern auch eine absolute Verjüngung dieses Körperabschnittes herbeigeführt wird, welche sich in der Verringerung sowohl des transversalen als auch des dorsoventralen Durchmessers

ausprägt, eine Verjüngung, welche noch bis zum Stadium IX anhält. Aus dieser Feststellung dürfte mit einer gewissen Sicherheit der Schluss zu ziehen sein, dass bei denjenigen Entwickelungsstadien, die auf die Gastrulation folgen (für unser Material Stadium I—VI), die Veränderungen der äusseren Form weniger durch Neubildung als durch Umformung schon vorhandenen Materials bedingt sind. Eine Neubildung findet natürlich an der Wachstumszone statt.

Der Kopfabschnitt dieses Stadiums ist nur in geringem Maasse von demjenigen des vorhergehenden Stadiums unterschieden. Die Kiemenregion und die Saugnäpfe (Fig. 5*a*) verhalten sich ebenso, wie es vorher beschrieben worden ist. Nur ist die kleine Grube, welche die Anlage der Mundöffnung darstellt, bei Betrachtung des Embryos auch von der Ventralseite her deutlich zu erkennen.

Stadium VI (Fig. 6, 6*a*).

Die Verlängerung des Körpers durch Umbildung des hinteren Körperabschnittes und durch Auswachsen der Wachstumszone wird besonders deutlich. Letztere springt höckerartig über die Aftergegend hinaus, *genau in der Verlängerung des Rumpfes nach hinten vor* (s. Fig. 6), während bei Rana temporaria (s. Fig. 6*b*), esculenta und Bombinator die Wachstumszone nicht nach hinten, sondern schräg nach hinten und oben vorspringt. Der vor dem After gelegene Teil des hinteren Körperabschnittes ist ventral am stärksten ausgebaucht.

Die Umbildungen am Kopfe zeigen nur unwesentliche Fortschritte gegenüber den beiden früheren Stadien. Die wesentlichste Erscheinung ist die stärkere Umwölbung des vorderen Kopfendes nach der ventralen Seite hin, welche sich besonders deutlich bei der Betrachtung von der ventralen Seite zeigt.

Besonders zu vermerken ist auch noch der immer spitzer werdende Winkel zwischen der Richtung der beiden Saugnäpfe (s. Fig. 6*a*).

Stadium VII (Fig. 7, 7*a*).

Der präanale und der postanale Körperabschnitt des Embryos sind länger geworden, bei ersterem hat die Verminderung des transversalen Durchmessers, von welchem schon weiter oben die Rede war, so er-

heblich zugenommen, dass der Embryo von der Ventralansicht schmal und schlank erscheint. Der postanale Körperabschnitt ist ebenfalls länger geworden. Er setzt sich von dem präanalen Abschnitt scharf und deutlich ab, einmal bei Profilansicht (Fig. 7) durch seine geringere Höhe, zweitens bei der Ansicht von der Dorsal- oder Ventralseite her durch geringere Breite (Fig. 7*a*).

An seinem ganzen freien Rande setzt sich ein Flossensaum deutlich ab. Der Kopfabschnitt bietet fast gar keine Unterschiede von dem Zustande der früheren Stadien. Nur ist die kleine Grube an der Stelle des späteren Mundes etwas tiefer geworden.

Die Schnittuntersuchung ergiebt, dass gegen 13 Mesodermsegmente abgegliedert sind. Die Anlage des Gehörorgans ist als hohles Bläschen vorhanden. Die Augenanlage ist auf dem Stadium des Augenbechers; von der Linsenanlage ist noch nichts zu erkennen.

Stadium VIII (Fig. 8, 8*a*).

Der Embryo ist in allen seinen einzelnen Körperabschnitten in die Länge gewachsen, wobei jedoch die relativ und absolut grösste Zunahme auf Rechnung des postanalen Körperabschnittes kommt.

Der Flossensaum ist an der dorsalen Fläche auch schon eine Strecke weit vom hinteren Ende des präanalen Körperabschnittes ausgebildet, welcher im übrigen von ziemlich ausdrucksloser Form ist.

Dagegen beginnen in der Kiemenregion nunmehr wichtige Veränderungen aufzutreten. Dieselbe springt stärker nach der Seite hin vor und ist durch eine tiefe scharfe Furche von dem dahinterliegenden Rumpfe abgegrenzt. Dies wird besonders deutlich bei Betrachtung des Embryos von der ventralen Seite her (Fig. 8*a*). Die Mundgrube ist tiefer geworden. Etwas oberhalb derselben treten an den seitlichen Teilen des Kopfes zwei kleine Gruben auf, welche die erste Anlage der Riechgrübchen sind.

Stadium IX (Fig. 9, 9*a*).

Zwischen diesem Stadium und den vorhergehenden ist leider ein etwas grösserer Zwischenraum (wir hatten gehofft, denselben in diesem Frühjahr ausfüllen zu können, doch gelang es infolge der ungünstigen Witterung nicht, das nötige Material zu erhalten).

Der postanale Körperabschnitt ist erheblich in die Länge gewachsen und bildet mit dem breiten Flossensaum einen richtigen Ruderschwanz, dessen hinteres Ende nicht zugespitzt, sondern abgerundet endigt (Fig. 9).

Der präanale Rumpfabschnitt ist verglichen mit dem vorhergehenden Stadium nur um ein Geringes länger geworden. Dagegen hat der transversale Durchmesser eine erhebliche Zunahme erfahren, so dass der Leib der Larve wieder anfängt, sich mehr der Kugelform zu nähern. In der Kiemenregion hat der transversale Durchmesser erheblich zugenommen und die Kiemenblättchen beginnen in Form kleiner fingerförmiger Höckerchen aufzutreten. Der Mund ist durchgebrochen, so dass eine Mundöffnung mit Ober- und Unterlippe vorhanden ist. Die Oberlippe verläuft convex und springt stärker vor als die Unterlippe. Saugnäpfe und Riechgrübchen zeigen keine bemerkenswerten Veränderungen.

Stadium X (Fig. 10).

Die Veränderungen, welche in diesem Stadium auftreten, betreffen hauptsächlich den Kopf und die Kiemenregion. Die Veränderungen am übrigen Körper sind dem gegenüber nur geringfügig. Sie bestehen in der Verlängerung des postanalen Körperabschnittes (des Ruderschwanzes) und in dem Dickerwerden des präanalen Körperabschnittes. Dieser beginnt die für Bufo charakteristische, annähernd kugelige Form anzunehmen. Die Kiemenblättchen sind etwas grösser und zahlreicher geworden. Der Kiemendeckel beginnt sich über dieselben hinüber zu schieben. An den Saugnäpfen beginnen Zeichen der Rückbildung sichtbar zu werden. Die Mundöffnung ist etwas breiter geworden. Die Riechgrübchen sind etwas tiefer.

Stadium XI (Fig. 11).

In diesem Stadium sind die Kiemen zum grossen Teil vom Kiemendeckel überwachsen. Doch ist noch auf beiden Seiten eine spaltförmige Verbindung des Kiemenraumes nach aussen vorhanden, welche auf der rechten Seite allerdings geringer als auf der linken ist.

Die Reduction der Saugnäpfe beginnt nunmehr sehr deutlich zu werden. Sonstige wesentliche Veränderungen am Körper sind nicht zu vermerken.

Stadium XII (Fig. 12, 12*a*).

Von jetzt an beginnt ein neuer Abschnitt in der Entwickelung.

Die Kiemendeckel sind bis auf eine in der linken Körperseite gelegene Oeffnung vollkommen verwachsen. Am Mund beginnt die Ausbildung des Hornschnabels und die hinteren Extremitäten sprossen in Form kleiner Höckerchen vor. Die Saugnäpfe sind bis auf spärliche Reste (Fig. 12*a*) zurückgebildet.

Stadium XIII (Fig. 13, 13*a*).

Die Larve ist (nach den linearen Maassen) beinahe um das Doppelte grösser geworden, ohne dass im äusseren Aussehen erhebliche Aenderungen eingetreten wären.

Der Leib ist noch blasiger und kugeliger geworden. Die Anlage der hinteren Extremität ist nicht über den Zustand der kleinen Höckerchen hinausgekommen, welche sie auf dem früheren Stadium hatte.

Die Saugnäpfe sind gänzlich geschwunden. Die Stelle, an welcher sie sich ursprünglich befanden, wird durch eine etwas stärkere Pigmentierung aus der Umgebung hervorgehoben. Die Augen sind vollständig ausgebildet. Es ist eine grosse vorgewölbte Hornhaut vorhanden. Iris und Linse sind deutlich zu erkennen. Am Mund befindet sich der Hornschnabel und die Zähnchenreihen in der von Boulenger beschriebenen Weise.

Die dorsale Körperfläche der Larve ist tief schwarz pigmentiert. Die Bauchfläche ist etwas heller.

Der Ruderschwanz ist im Vergleich zum Pigmentgehalt des Rumpfes nur wenig pigmentiert. Seine obere freie Kante verläuft annähernd geradlinig, die untere ist im geringen Maasse ausgebogen, und zwar ventralwärts. Die Schwanzspitze ist abgerundet.

Die axialen Teile erreichen nicht die hintere Schwanzspitze. Der After mündet genau in der *Mittellinie* aus (vergl. Boulenger S. 612).

Stadium XIV (Fig. 14).

In der nun folgenden Zeit findet die Ausbildung der hinteren Extremitäten statt. Der Grad ihrer Entwickelung ist das sicherste

Kriterium für das Alter der Kaulquappe. Zu sehen sind bei äusserer Betrachtung nur die hinteren Extremitäten, da die vorderen Extremitäten erst zur Zeit der Metamorphose durchbrechen.

Zugleich mit der stärkeren Ausbildung der hinteren Extremitäten findet eine Verschmälerung des Beckenabschnittes des Rumpfes statt, während der vordere Rumpfabschnitt durch die im Kiemenraum vorhandenen vorderen Extremitäten eine erhebliche Zunahme seines transversalen Durchmessers erfährt, wodurch die Gesamtform des Körpers eine Aenderung erleidet.

Die hinteren Extremitäten haben ungemein charakteristische Züge, welche nur schwer zu definieren sind und besser im Bilde erkannt werden können. Es prägen sich an ihnen schon die charakteristischen Merkmale der hinteren Extremitäten der erwachsenen Kröte aus. Im Vergleich zu den hinteren Extremitäten von Rana esculenta und fusca sind sie als schwächliche, kümmerliche Gebilde zu bezeichnen.

Der Leib der Larve ist, soweit sich das aus dem conservierten Material beurteilen lässt, dunkel pigmentiert; die ventrale Seite ist heller.

Stadium XV (Fig. 15).

Als letztes Stadium bilden wir eine Larve mit beinahe vollendeter Metamorphose ab.

Der Schwanz ist bis auf ein kurzes Stummelchen resorbiert und die vorderen Extremitäten sind durchgebrochen.

Besonders auffällig ist die mit der Umbildung des Maules zusammenhängende Veränderung der Schnauze, durch welche die Nasenöffnungen an die Schnauzenspitze gerückt werden, und die Augen, welche erheblich grösser geworden sind und mehr über die Oberfläche hervorragen, mehr nach vorn und seitwärts gelangen (vergl. Fig. 14 u. 15).

B. Vergleichender Teil.

Bei der Entwickelung der einheimischen Anuren können wir zwei grosse Perioden unterscheiden.

Die erste Periode, welche als *Embryonalperiode* bezeichnet werden soll, können wir rechnen von der Befruchtung bis zur Ueberdeckung der äusseren Kiemen.

Die zweite Periode, die *Larvenperiode*, erstreckt sich von letzterem Zeitpunkt an bis zur Metamorphose.

Die Grenze zwischen diesen beiden Hauptperioden, welche natürlich als keine absolute zu bezeichnen ist, kann in verschiedener Beziehung als eine natürliche genannt werden, insofern als zu dieser Zeit die wichtigsten Organe differenciert sind, der Mund durchgebrochen, die Kiemen in das Innere des Körpers eingezogen sind und die Rückbildung der Saugnäpfe anfängt. Zugleich mit letzterer beginnen die Larven, welche bis dahin, an irgend einer Stelle mittelst der Haftapparate befestigt, sich ruhig verhalten, lebhafter umherzuschwimmen und auf Nahrung auszugehen.

Innerhalb der ersten Hauptperiode können wir als weitere Unterabteilung a) die Entwickelung innerhalb der Eihüllen und b) diejenige nach dem Ausschlüpfen unterscheiden. Letzteres erfolgt ungefähr zur Zeit unseres Stadiums IX.

Wenn wir nun die von uns im Vorhergehenden beschriebenen Stadien in diese Gruppen einordnen, so haben wir folgende Einteilung zu treffen:

1. Embryonalentwickelung (die Stadien bis zum Ende der Gastrulation sind hier nicht beschrieben).
   a) Entwickelung innerhalb der Eihüllen: Stadien I—VIII,
   b) Entwickelung ausserhalb der Eihüllen: Stadien IX—XII;
2. Larvenperiode: Stadien XIII—XVI.

Die charakteristischen Merkmale der Embryonen resp. Larven von Bufo vulgaris sind im Vergleich zu den entsprechenden Stadien von Rana fusca, welche mit denjenigen von Rana esculenta in hohem Maasse übereinstimmen, nach unserer oben gegebenen Darstellung kurz wie folgt zu bezeichnen:

1 a) Für die Zeit 1 a) ist besonders charakteristisch die Art, in welcher das Centralnervensystem entsteht, ferner das frühe Auftreten der Saugnapfanlage, die Ausbildung der Kopfbeuge und das geradlinige Auswachsen des hinteren Rumpfabschnittes.

Diese typischen Merkmale ermöglichen eine leichte und sichere Unterscheidung der Bufoembryonen von den entsprechenden Stadien von Rana esculenta und Rana fusca.

Zur bequemen Vergleichung sind entsprechende Entwickelungsstadien von Rana fusca in Contourzeichnungen bei genau derselben Vergrösserung neben die Oberflächenbilder von Bufo vulgaris gestellt.

α) Während bei Rana fusca und Rana esculenta eine breite Medullarplatte (s. Fig. 1*b*) mit aufgewulsteten Rändern sich zur Medullarrinne (s. Fig. 1*c*) und zum Medullarrohr (s. Fig. 2*a*) umbildet, ist bei Bufo vulgaris (s. Fig. 1, 1*a*) eine Medullarplatte nicht vorhanden, sondern eine tiefe schmale Rinne vermittelt die Verbindung des in der Tiefe gelegenen Medullarrohres mit der Aussenwelt.

β) Die Anlage der Saugnäpfe ist schon auf dem Stadium unserer Figur 1 als bogenförmige Rinne zu erkennen und erlangt schon während der Stadien, in denen eben erst die Längsstreckung des Körpers beginnt, und die sogenannte Schwanzknospe nach hinten noch nicht vorspringt, eine solche Ausbildung, wie sie bei Rana fusca erst bedeutend später (s. Fig. 6*c*) erreicht wird. Bei letzterer entstehen die Saugnäpfe auf einem Stadium, welches seiner allgemeinen Entwickelung nach dem Stadium IV entspricht (s. Fig. 4).

γ) Die Kopfbeuge ist für bestimmte Stadien (IV, V und in geringerem Maasse auch noch VI) ganz besonders stark ausgebildet. Ihr Wert für die Unterscheidung der Bufoembryonen von denjenigen der Rana temporaria und Rana esculenta ist besonders deswegen so gross, weil bei letzteren auf entsprechenden Stadien eine Krümmung des Körpers nach der dorsalen Seite hin (s. Fig. 4*c*, 6*b*) vorhanden ist.

δ) Das geradlinige Auswachsen der Schwanzknospe nach hinten hin unterscheidet ebenfalls die Embryonen der Stadien VI, VII und VIII von den entsprechenden Stadien von Rana esculenta und fusca.

1 b) Für die Entwickelung 1 b) ist das Verhalten der Kiemenbogen und der Saugnäpfe von Bedeutung.

Bei Rana fusca sind schon auf Entwickelungsstadien, welche ungefähr den Stadien VIII und IX von Bufo vulgaris entsprechen, die Saugnäpfe vollkommen von einander getrennt, während sie bei Bufo vulgaris noch bis zum Stadium XI mit einander zusammenhängen und bei Ventralansicht eine V-förmige Figur bilden. Dagegen stehen bei den unseren Stadien IX, X und XI entsprechenden Stadien von Rana

fusca die beiden Saugnäpfe relativ weit von einander entfernt, und ihre Längsaxen verlaufen der Medianlinie des Körpers parallel.

Der zweite Hauptunterschied dieser Periode liegt im Verhalten der Kiemenregion. Die Verschiedenheit ist schon am Ende des vorigen Abschnittes erkennbar (vergl. Fig. 6*a* mit 6*c*, 8*a* mit 8*b*). Bei Rana fusca erfahren die Kiemen eine relativ und absolut viel stärkere Entwickelung als bei Bufo vulgaris, was sich namentlich an den bei Rana fusca ausserordentlich stark entwickelten Kiemenbögen ausprägt, welche bei Bufo vulgaris viel schwächer sind.

Der dritte Unterschied ist vorhanden in der Form des Leibes, welche bei Bufo vulgaris in viel höherem Maasse blasig und aufgetrieben erscheint, als es bei Rana fusca und auch esculenta der Fall ist.

Der letzte Unterschied, derjenige, welcher am meisten in die Augen fällt, ist die Form des Schwanzes. Die Schwanzspitze bei Bufo vulgaris ist viel mehr abgerundet (bei Profilansicht), während sie bei Rana fusca mehr zugespitzt erscheint. Ferner verlaufen der obere und untere Contour des Schwanzes auf dem vorliegenden Abschnitte der Entwickelung beinahe parallel mit einander, während der dorsale Contour bei Rana fusca einen Verlauf aufweist, ähnlich der dorsalen Rumpfcontour eines Rodeus amarus.

2. Die Unterscheidungsmerkmale der *Larvenperiode* sind abgesehen von der Pigmentierung, welche wir leider bei dem in erster Linie für histologische Zwecke conservierten Material nicht mehr genau feststellen können, hauptsächlich die Mundbezahnung, welche von Boulenger in so ausgezeichneter Weise zur Unterscheidung der Kaulquappen Europas verwendet worden ist, zweitens aber auch die schon oben beschriebene Form des Schwanzes und das Aussehen der hinteren Extremitäten.

Daneben spielen die allgemeinen Grössenverhältnisse eine beträchtliche Rolle, insofern als eine der Metamorphose nahe Kaulquappe von Bufo vulgaris um ein ganz Bedeutendes kleiner ist, als ein entsprechendes Stadium von Rana fusca und Rana esculenta.

Der Schwanz der Krötenlarven zeichnet sich aus durch einen dorsalen geradlinigen, im grossen und ganzen der Körperaxe parallel verlaufenden Contour. Der ventrale Contour zeigt auf den Larven-

stadien eine nach der Spitze allmählich zunehmende Krümmung nach oben (s. Fig. 13).

Die hinteren Extremitäten der Krötenlarven bieten, sobald sie etwas grösser geworden sind, schon das charakteristische Aussehen der Krötenextremitäten. Sie sind verglichen mit den hinteren Extremitäten von Ranalarven verhältnismässig schwach.

IV. Ueber das Verhalten der Keimblätter, insbesondere des Mesoderms, auf jüngeren und älteren Gastrulastadien.

Hinsichtlich der Entstehung des Mesoderms der Amphibien ist trotz der ausgezeichneten Darstellung, welche Oscar Schultze gegeben hat, noch immer keine Uebereinstimmung erzielt worden, so dass es nicht unangebracht scheint, noch neues Material zur Klärung dieser Frage beizubringen. Es handelt sich hier bekanntlich um die Frage, ob die Zustände am Mesoderm der Amphibien sich verwerten lassen zu Gunsten seiner Entstehung aus Coelomdivertikeln oder ob ein anderer Modus der Mesodermbildung Platz greift.

Nach O. Hertwig geht der Mesoblast bei Rana und Triton aus zwei Quellen hervor, erstens aus einer nach vorn vor dem Urmund gelegenen paarigen Anlage, zweitens aus einer an der ventralen Blastoporuslippe entstehenden und mit den paarigen Teilen lateralwärts und nach oben im Zusammenhang stehenden unpaaren Anlage (1883, S. 262).

Alle Verhältnisse sollen sowohl bei Tritonen als auch bei den Anuren dafür sprechen, dass der Mesoblast „nicht von einem der primären Keimblätter durch Abspaltung gebildet worden sein kann."

Es kann „nur von den Stellen aus entstanden sein, wo es mit den übrigen Keimblättern zusammenhängt, in der Umgebung des Blastoporus und zu beiden Seiten des Chordaentoblast, und er muss von hier aus zwischen die primären Keimblätter hineingewachsen sein, sich allmählich nach allen Seiten ausbreitend."

Als Beweise für die Unmöglichkeit seiner Entstehung durch Abspaltung wird angeführt, erstens, „dass er vom Ektoblast stets durch einen schmalen Spaltraum getrennt ist, folglich von demselben nicht abgespalten sein kann." Zweitens, „gegen eine Abspaltung vom Ekto-

blast spricht aber die abweichende Natur der Zellen, der Pigmentgehalt auf der einen und der Pigmentmangel auf der anderen Seite."

Diese Anschauungen wurden bei Rana temporaria gewonnen durch das Studium von Eiern erstens mit weitem kreisförmigen, zweitens mit engem Blastoporus.

Bei der Untersuchung der Gastrulae mit weitem kreisförmigen Blastoporus soll nach diesem Autor die dorsale Urdarmwand in ihrem mittleren Teile „aus zwei Blättern kleiner pigmentierter Zellen (S. 256) bestehen, während sie zu beiden Seiten davon dreiblätterig wird durch eine neu hinzutretende Lage grösserer wenig pigmentierter Dotterzellen."

Dieser Darstellung gegenüber betont Oscar Schultze, dass „weder dorsale paarige Anlagen, noch eine zu diesen in gewissem Gegensatz stehende unpaare ventrale Anlage des Mesoblast existieren. Derselbe stellt vielmehr vom Beginne der Gastrulation eine einheitliche Anlage dar, welche aus ihrer zunächst sphärisch dreieckigen Form in eine ringförmige und endlich in eine hohlkugelförmige sich umbildet" (S. 344/45).

Den thatsächlichen Angaben Hertwigs gegenüber zeigt Schultze an der Hand *genau orientierter* Schnitte durch jüngere und ältere Gastrulae, „dass schon auf dem Stadium der beginnenden Gastrulation in der dorsalen Urdarmwand drei Keimblätter existieren" (S. 328), ein einschichtiges inneres, ein mehrschichtiges mittleres und ein äusseres Keimblatt, welche an der dorsalen Urmundlippe ohne jede Grenze in einander übergehen. Einen freien Rand besitzt auf diesem Stadium das mittlere Blatt an keiner Stelle. Einerseits steht es in Verbindung mit der hufeisenförmigen Blastoporuslippe und mit dem Ektoblast; vorn und zu beiden Seiten hängt es continuierlich zusammen mit den Dotterzellen. Von diesem Zustande auf dem Stadium der beginnenden Gastrulation werden die Zustände, wie sie das Mesoderm beim ersten Auftreten des Dotterpfropfs zeigt, dadurch erklärt, dass die Uebergangsstellen des Mesoblasts in die Dotterzellen immer weiter ventralwärts rücken, was sich dadurch ergiebt, dass die vorher vierfache Lage der Mesodermzellen später nur eine Zusammensetzung von zwei bis drei Zellschichten aufweist.

Wenden wir uns nunmehr zur Betrachtung der Bilder, welche Durchschnitte an den Gastrulastadien von Bufo vulgaris darbieten.

Dabei soll vorweg bemerkt werden, dass die Bezeichnung der animalen Zellen als Ektoderm, und die Bezeichnung der vegetativen Zellen als Entoderm durchaus unzulässig ist. Von Ektoderm- und Entodermzellen zu sprechen, ist erst nach Beendigung der Gastrulation zulässig. Vorher kann man wohl von denjenigen Zellen sprechen, welche dazu bestimmt sind, Ektoderm- resp. Entodermzellen zu werden. Doch ist die genaue Abgrenzung von einander nicht möglich.

Zu welchen Ungereimtheiten es führt, schon auf dem Blastulastadium oder gar schon auf frühen Furchungsstadien Ektoderm und Entoderm zu unterscheiden, lehrt am eindringlichsten die Anschauung Lwoffs von der ektoblastogenen Entstehung der Chorda und eines Teils des Mesoderms. Eine Anschauung, zu welcher dieser Autor nicht hätte kommen können, wenn er nicht der Meinung wäre, dass die animalen Zellen, welche bei der Gastrulation um die dorsale Blastoporuslippe herum invaginiert werden, als Ektodermzellen anzusehen sind, während er einen zweiten Teil des Mesoderms durch Differencierung von den Entodermzellen aus entstehen lässt, indem er die vegetativen Zellen der Keimblase als Entodermzellen bezeichnet.

Bei einer Beschreibung ist es deswegen richtiger, von Makromeren und Mikromeren zu sprechen und die Bezeichnung der Zellen als Ektoderm bezw. Entoderm und Mesoderm erst anzuwenden, sobald diese Formationen als solche kenntlich sind. Dies ist der Fall am Anfang der Gastrulation, zu welcher Zeit die Grenzen des Ektoderms einigermaassen bestimmt sind. Freilich müssen wir hier daran denken, dass im Verlaufe der Gastrulation nach der Darstellung, welche Kopsch gegeben hat, noch fortdauernd Zellen von der Oberfläche um die Blastoporuslippe herum in das Innere des Embryos gelangen (Fr. Kopsch) und dadurch an der Begrenzung der Urdarmhöhle teilnehmen, also Entoderm werden. Das berechtigt uns aber nicht davon zu sprechen, dass aus Ektoderm- Entodermzellen geworden sind, vielmehr müssen wir daraus den Schluss ziehen, dass auf dem Stadium der beginnenden Gastrulation die in der Nähe der dorsalen Blastoporuslippe befindlichen Zellen ihrer prospectiven Bedeutung nach nicht dem Ektoderm, sondern dem Entoderm angehören.

Für die Darstellung der Mesodermbildung ist es in mancher Be-

ziehung vorteilhafter, von den älteren mehr differencierten Zuständen ausgehend, die Zustände der jüngeren Stadien zu erklären, und so soll hier der Anfang gemacht werden mit der Schilderung einer Gastrula mit engem Blastoporus, an welche sich die nächstjüngeren Stadien anschliessen sollen.

1. Gastrula mit engem Blastoporus (Taf. IV. Fig. 18).

Da es wegen des Mangels äusserer Marken kaum möglich ist, genaue Sagittalschnitte von einer Gastrula mit engem Blastoporus zu erhalten, so beschränke ich mich hier auf die Schilderung eines Frontalschnittes. Diese Gastrula wurde so geschnitten, dass die Schnittrichtung parallel zur Oberfläche des kleinen Dotterpfropfes verläuft. Der abgebildete Schnitt ist der mittelste der erhaltenen Schnitte, durchschneidet also die dorsale Urdarmwand in genau senkrechter Richtung.

Die Urdarmhöhle ist an dieser Stelle von erheblicher Weite. Das Ektoderm ist ringsherum *(auch in der dorsalen Mittellinie)* scharf gegen die darunter gelegenen Zellschichten abgegrenzt. Am Boden der Urdarmhöhle liegt die Masse der grossen „Dotterzellen“ (um einen indifferenten Ausdruck zu gebrauchen), deren obere an die Urdarmhöhle grenzende Schicht eine Art von Epithel bildet. Dieses Epithel hängt zusammen mit einer wohlcharakterisierten, scharf abgegrenzten einschichtigen Zellenlage, welche die seitliche und dorsale Wand der Urdarmhöhle bildet. Die Urdarmhöhle ist also allseitig von einer zusammenhängenden Zellenlage ausgekleidet, welche als Entoderm bezeichnet werden darf. Die Zellen des Entoderms sind charakterisiert durch eine stärkere Pigmentierung, welche in den peripheren Abschnitten der Zellen und vornehmlich nach dem Lumen der Urdarmhöhle sich befindet. Ganz besondere Beachtung erfordert mit Rücksicht auf die Darstellung von Oscar Hertwig das Verhalten des Entoderms an der dorsalen Urdarmwand. *Es muss hier in Uebereinstimmung mit Oscar Schultze hervorgehoben werden, dass auch im Bereiche der Mittellinie das Entoderm als ununterbrochene, geschlossene Lage vorhanden ist.*

In der dorsalen und seitlichen Wand der Urdarmhöhle befindet sich zwischen dem Ektoderm und Entoderm eine Zellenlage, welche

in der dorsalen Mittellinie zwei- bis dreischichtig, in den seitlichen dorsalen Partien zweischichtig ist, in der seitlichen ventralen Gegend mehrschichtig wird und im Gebiete der Dotterzellen nicht mehr von letzteren abzugrenzen ist. Diese Zellenlage ist, wie noch ältere Stadien zeigen, die Anlage von Chorda und Mesoderm.

Von einer Entstehung dieser Zellenlage auf dem Wege von Coelomdivertikeln oder auch nur von irgend welchen Resten eines solchen Vorganges ist nicht das Geringste zu erkennen. Diese Zellenlage ist vielmehr im Bereiche der dorsalen und seitlichen Urdarmwand vollkommen selbständig und sowohl vom Ektoderm wie vom Entoderm deutlich abgegrenzt.

In der dorsalen Mittellinie ist der Zusammenhang der drei Keimblätter auch auf diesem genau senkrecht durch sie hindurchgehenden Schnitte ein besonders fester, was sich daraus ergiebt, dass die (artificielle) Trennung der drei Keimblätter, welche in den seitlichen Teilen der Urdarmwand sich findet, hier nicht vorhanden ist.

Wenn wir von diesem Mittelschnitt aus die Serie nach dem Dotterpfropfe zu verfolgen, so ist trotz der schrägen Schnittrichtung Mesoderm und Entoderm deutlich von einander abgegrenzt. Je näher man allerdings zum Blastoporus kommt, desto undeutlicher werden namentlich in der dorsalen Mittellinie die Grenzen, um schliesslich beinahe vollkommen zu verschwinden. Auf die Trugschlüsse, welche aus solchen Bildern entstehen, hat C. Rabl des öfteren hingewiesen. Es soll darum hier noch einmal darauf aufmerksam gemacht werden, dass der abgebildete Schnitt ein genauer Mittelschnitt ist und die drei Keimblätter in senkrechter Richtung durchschneidet.

Trotzdem braucht man auf die Verwertung der Schiefschnitte nicht vollkommen zu verzichten, und es geht aus ihrer Betrachtung hervor, dass das Mesoderm nach dem Blastoporus zu mächtiger wird und in dessen Nähe auch in der Gegend der Dotterzellen deutlicher abgegrenzt ist.

Betrachten wir nun die Zustände einer Gastrula mit weitem Dotterpfropf, so soll auch hier die Uebereinstimmung der thatsächlichen Befunde mit der Darstellung von Oscar Schultze hervorgehoben werden.

2. *Gastrula mit grossem Dotterpfropf* (Fig. 16, 17).

Schliessen wir hier zunächst die Betrachtung eines Frontalschnittes an (Fig. 17). Der Schnitt ist kein genauer Mittelschnitt (seine Lage giebt der Pfeil in Fig. 16 an). Das Ektoderm ist als eine gesonderte Zellenlage deutlich von den tieferen Schichten abgegrenzt. Es ist in seiner Gesamtheit auch am genauen Mittelschnitt dicker als an dem vorher beschriebenen Stadium.

Die Urdarmhöhle ist ein schmaler Spalt, die ihr Lumen begrenzenden Zellen enthalten bedeutend mehr Pigment, als die Entodermzellen des vorher beschriebenen älteren Stadiums. Das Pigment liegt in den Zellen wesentlich an der die Urdarmwand begrenzenden Fläche angehäuft. Die einzelnen Zellen sind nicht so abgeplattet und ausgezogen wie auf dem älteren Stadium, sondern rundlicher und, wie es bei einem jüngeren Stadium natürlich ist, auch grösser. Die Zellen, welche die dorsale Wand der Urdarmhöhle bilden, sind nicht abzugrenzen von einer darüber gelegenen drei bis vier Lagen dicken Schicht von Zellen, welche als besonders charakterisierte Lage dicht gedrängt liegender kleinerer Zellen weit über das Gebiet der spaltförmigen Urdarmhöhle hinaus ventralwärts verfolgt werden können. Sie sind freilich von den übrigen „Dotterzellen“ nicht durch eine scharfe Grenzlinie abgesetzt. Die Vergleichung mit dem Bilde des vorhergehenden Stadiums lässt es jedoch als unzweifelhaft erscheinen, dass diese Zellenlage dem mittleren Keimblatte des älteren entspricht.

Ein genauer Sagittalschnitt (Fig. 16) durch eine gleichalterige und eine gleich weit entwickelte Gastrula zeigt uns eine viel deutlichere Abgrenzung der die dorsale Wand der Urdarmhöhle begrenzenden Zellenlage, welche auch auf diesem Stadium als wohlgesondertes Entoderm erscheint. Die Unterscheidung beruht vornehmlich in der Grösse und dem Pigmentgehalt der Zellen.

Zwischen dieser entodermen Lage und der tiefen Schicht des Ektoderms liegt das schon oben beschriebene mittlere Keimblatt, dessen Abgrenzung von den Dotterzellen in dem Gebiete vor dem Bereiche der Urdarmhöhle nicht mehr möglich ist.

An der dorsalen Blastoporuslippe ist ein directer Uebergang des Ektoderms in das Mesoderm und Entoderm vorhanden.

Ein ähnlicher Umschlag findet sich auch an der ventralen Blastoporuslippe. An den Dotterzellen, welche vor der ventralen Blastoporuslippe liegen, sind die dem Ektoderm benachbarten Zellenlagen durch dichtere Aneinanderlagerung und eine gewisse concentrische Lagerung, ferner geringere Grösse und geringeren Pigmentgehalt von den mehr nach dem Centrum zu gelegenen Dotterzellen unterschieden. Die Vergleichung dieser Gegend mit den späteren Stadien zeigt, dass diese Zellen zum Mesoderm werden.

Dieselben Bilder erhält man bei allen Schnitten, welche in irgend einem Meridian verlaufend die seitlichen Blastoporuslippen senkrecht durchschneiden.

Auf noch jüngeren Gastrulastadien wird die Abgrenzung der später zum Mesoderm werdenden Zellen von den übrigen Dotterzellen immer schwieriger. Die Verfolgung einer fortlaufenden Reihe verschieden alter Gastrulae zeigt jedoch, dass im Beginn der Gastrulation die zum mittleren Keimblatt werdenden Zellen ein Teil der Dotterzellen sind, und dass sie durch die complicierten, während der Gastrulation stattfindenden Zellenbewegungen dorthin gebracht werden, wo wir sie auf den älteren Gastrulastadien finden.

Aus den oben gegebenen Auseinandersetzungen über die Unzulässigkeit schon bei Beginn der Gastrulation zwischen Ektoderm und Entoderm zu unterscheiden, folgt, dass weder die Ansicht von der ektoblastogenen Entstehung des mittleren Keimblattes noch die Anschauung von der Entstehung desselben aus dem Entoderm gerechtfertigt ist. Während aber diese Differenz nur auf verschiedener Deutung übereinstimmend beobachteter Thatsachen beruht, *hat sich für die Entstehung des mittleren Keimblattes aus Coelomdivertikeln nicht der geringste Anhaltspunkt ergeben.*

Hier ist besonders zu betonen, dass, wie in Uebereinstimmung mit Oscar Schultze hervorgehoben werden soll, schon auf dem Stadium des weiten Dotterpfropfes, d. h. vier Stunden nach Beginn der Gastrulation (bei 20° C) und bei einer engen spaltförmigen Urdarmhöhle der grösste Teil des mittleren Keimblattes schon vorhanden ist. Eine Thatsache, welche der Entstehung desselben aus Coelomdivertikeln nicht gerade günstig ist.

Die Betrachtung der aufeinanderfolgenden Stadien zeigt vielmehr, dass die das mittlere Keimblatt bildenden Zellen ein Teil der Dotterzellen der Blastula sind, und dass sie durch die bei der Gastrulation stattfindenden Zellenumlagerungen an die richtige Stelle gebracht werden.

Trotzdem darf hier nicht von einer Entstehung des Mesoderms durch Abspaltung vom Entoderm (s. Lwoff) gesprochen werden, da die Dotterzellen des Blastulastadiums nicht als Entoderm bezeichnet werden dürfen.

Vielmehr steckt in der Masse der Dotterzellen jüngerer Stadien ein verschiedenes Bildungsmaterial, und zwar für ectodermale, entodermale und mesodermale Organe, deren Differencierung zu verschiedenen Zeiten der Embryonalentwickelung eintritt.

Nachtrag.

Ich habe noch aufmerksam zu machen auf zwei Arbeiten, welche mir bei der Ausarbeitung des Manuscripts entgangen sind.

Die wertvolle Arbeit von Thiele[1]) über die verschiedene Form des Haftapparats der Batrachierlarven enthält eine Schilderung dieses Organs bei Bufo vulgaris, mit welcher meine Darstellung völlig übereinstimmt.

Die Arbeit von Héron-Royer[2]) behandelt die Unterschiede zwischen den Embryonen und Larven von Rana fusca und Rana agilis.

[1]) Thiele, Johannes, Der Haftapparat der Batrachierlarven. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1888. Bd. XLVI. S. 67—79. Tafel X. 1 Fig.

[2]) Héron-Royer, Rana fusca et Rana agilis et les principaux charactères, qui les différencient à la période embryonnaire et branchiale. Bull. de la Soc. zoolog. d. France. 1886.

Litteratur.

1. Boulenger, G. A. A., Synopsis of the Tadpoles of the European Batrachians. Proceedings of the Zool. Soc. London 1891. S. 593—627. T. XLV—XLVII.
2. Budgett, J. S., Notes on the batrachians of the Paraguagan Chaco, with Observations upon their Breeding habits and Development especially with regard to Phyllomedusa hypochondrialis Cope. Also a Description of a New Genus. Quart. Journ. micr. Science N. S. 1899. Vol. XLII. S. 305 bis 333. T. XXVIII—XXXII.
3. Goette, Alexander, Die Entwickelungsgeschichte der Unke (Bombinator igneus). Leipzig 1875.
4. Hertwig, Oscar, Die Entwickelung des mittleren Keimblattes der Wirbeltiere. Jenaische Zeitschrift 1882. Bd. XV. S. 286—340. T. XII—XV. 1883. Bd. XVI. S. 247—328. T. XIV—XVIII.
5. Houssay, Frederic, Etudes d'embriologie sur les Vertebrés. Arch. d. Zool. expér. et générale. Serie II. 1890. Tom. VIII. S. 143—244. T. X—XIV.
6. Ikeda, S., Notes on the Breedings habit and development of Rhacophorus Schlegelii Günther. Annot. Zool. Japonenses. 1897. Vol. I. pag. 113—122. fig. 2.
7. Kopsch, Friedrich, Beiträge zur Gastrulation beim Axolotl- und Froschei. Verhandl. Anat. Ges. Basel 1895. S. 181—189. 4 Fig.
8. — Gemeinsame Entwicklungsformen bei Wirbeltieren und Wirbellosen. Verh. Anat. Ges. Kiel 1898. S. 67—79. 13 Fig.
9. Schultze, O., Zur ersten Entwickelung des braunen Grasfrosches. Festschrift. Albert von Kölliker zur Feier seines siebzigsten Geburtstags gewidmet von seinen Schülern. Leipzig 1887. S. 265—280. T. XI—XII.
10. — Die Entwickelung der Keimblätter und der Chorda dorsalis von Rana fusca. Zeitschr. wiss. Zool. 1888. Bd. XLVII. S. 325—350. T. XXVIII, XXIX.
11. Schwink, Ueber die Entwickelung des mittleren Keimblattes und der Chorda dorsalis der Amphibien. München 1889. 54 S. 2 Taf.

Figurenerklärung Tafel III, IV.

Die Figuren sind nach Mikrophotographien bei genau zehnfacher (Fig. 1—12) bezw. fünffacher (Fig. 13—15) Vergrösserung angefertigt worden. Sie können direct zur Abnahme von Maassen benutzt werden. Die Contourzeichnungen von Rana fusca sind nach Oberflächenbildern aus dem Besitze von Fr. Kopsch bei ebenfalls genau zehnfacher Vergrösserung hergestellt.

Als Unterlage zur Herstellung der Figuren 16—18 dienten Mikrophotographien bei genau vierzigfacher Vergrösserung.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Wilhelm Adler, jüdischen Bekenntnisses, Sohn des Königl. Kreisphysikus und Geheimen Sanitätsrates Dr. Adler in Brieg, Regb. Breslau, wurde daselbst am 9. Juli 1874 geboren. Seine Schulbildung empfing er am Kgl. Gymnasium seiner Heimatstadt, das er 1894 mit dem Zeugnis der Reife verliess, um sich dem kaufmännischen Berufe zu widmen. Von Ostern 1894 bis Michaelis 1897 war er in dem Farbwaren- und Chemikalien-Engrosgeschäft des Herrn Siegfried Haber in Breslau als Lehrling und Commis thätig. Wegen Erkrankung gab er diesen Beruf Michaelis 1897 auf und studierte von diesem Zeitpunkt ab bis Michaelis 1900 an den Universitäten Leipzig und Berlin Zahnheilkunde. In Berlin bestand er am 10. December 1900 das zahnärztliche Staatsexamen.

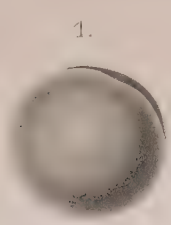
Während seiner Studienzeit hörte er die Vorlesungen und Curse folgender Herren Professoren und Docenten:

in Leipzig: Eigenbrodt, Friedrich, Held, Hering, Hesse, His, Hofmann, von Wislicenus;

in Berlin: Dieck, Hahl, Kopsch, Busch, Miller, Schwendener, Fr. E. Schulze, Stumpf, Waldeyer.

Allen diesen seinen hochverehrten Lehrern spricht Verfasser seinen Dank aus.

Buchdruckerei Richard Hahn (H. Otto), Leipzig.


1.

1c

2.

2b

2a

1a

1b

2c

2d

5

6.

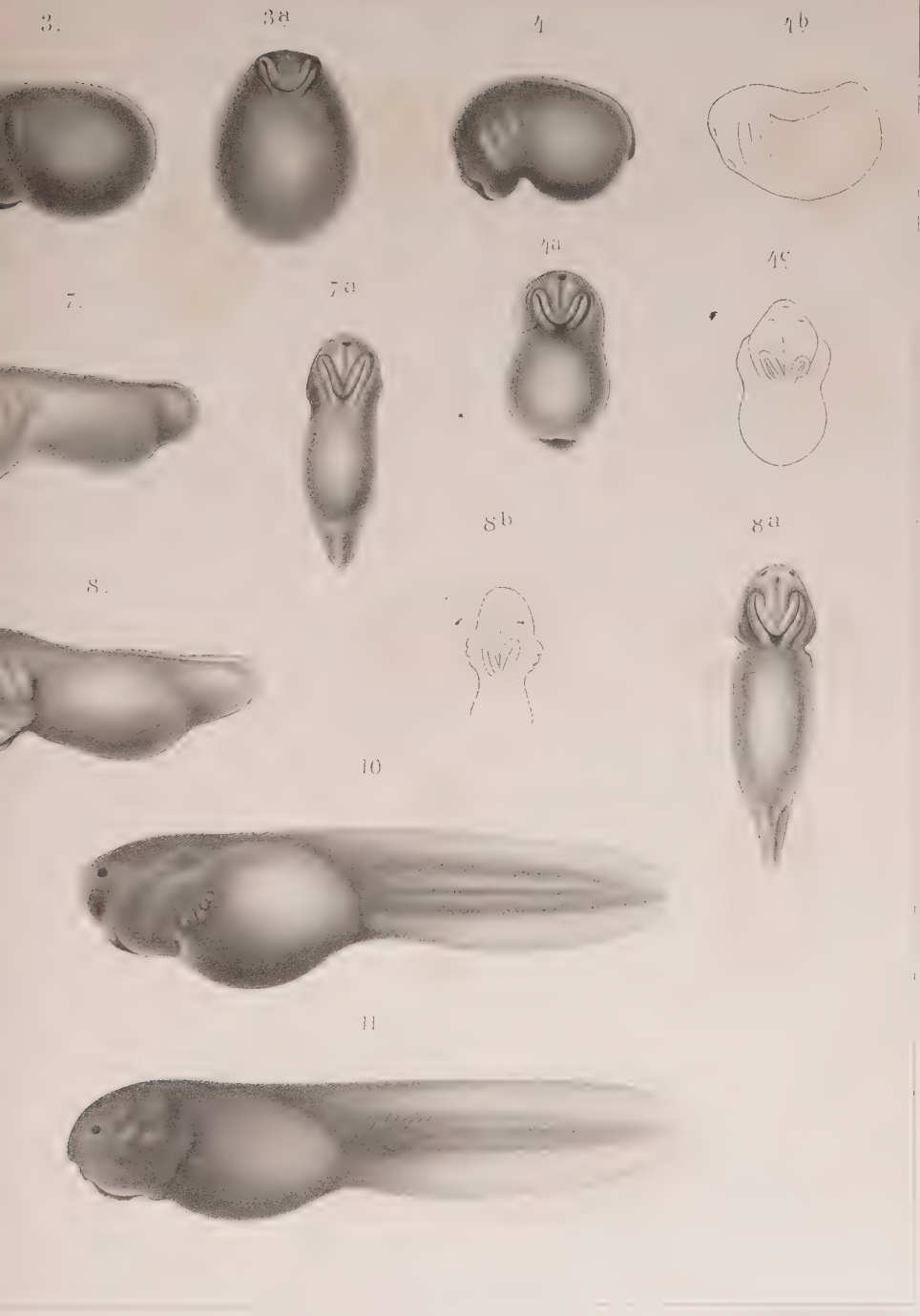
6b

5a

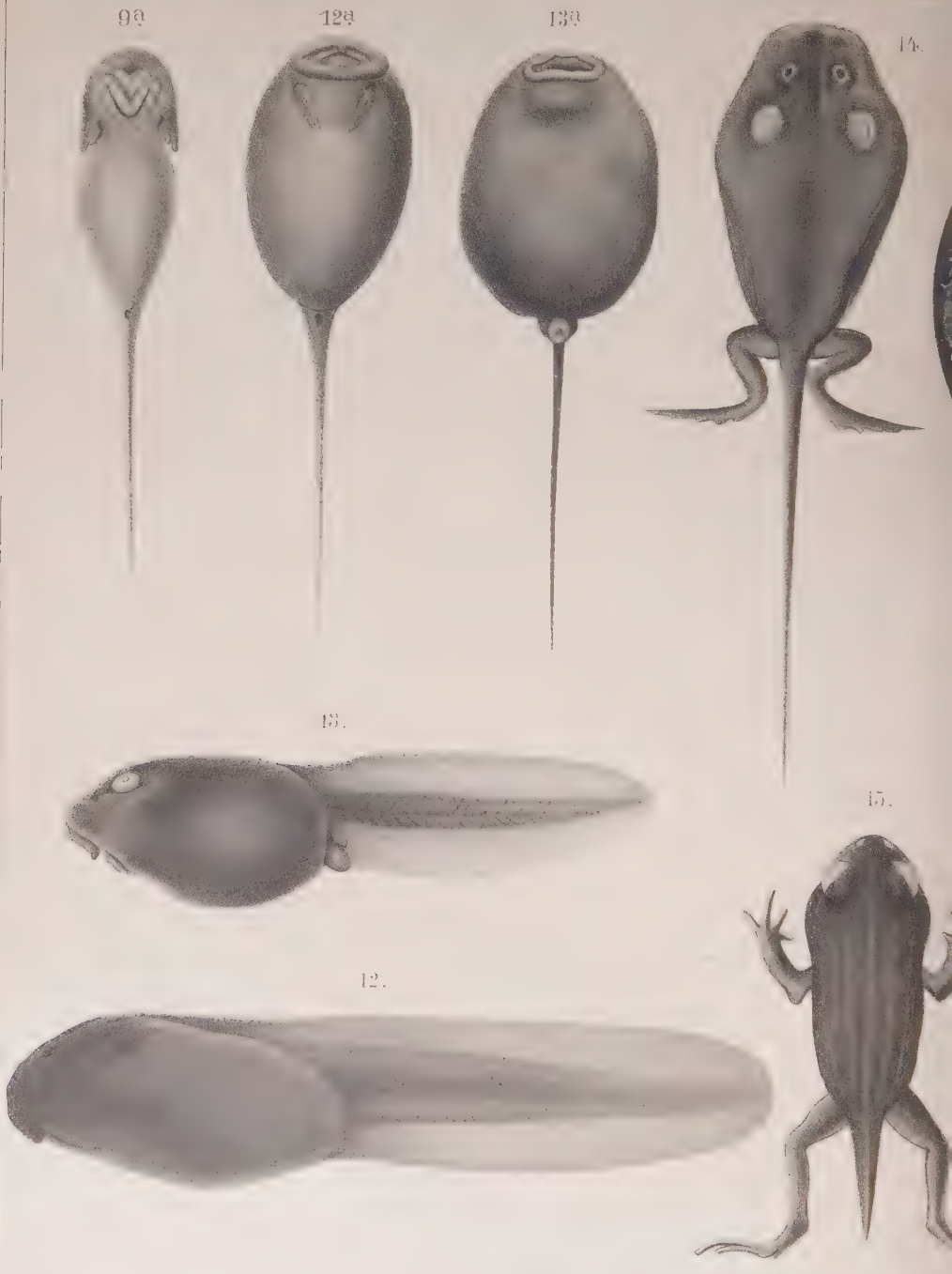
6d

6c

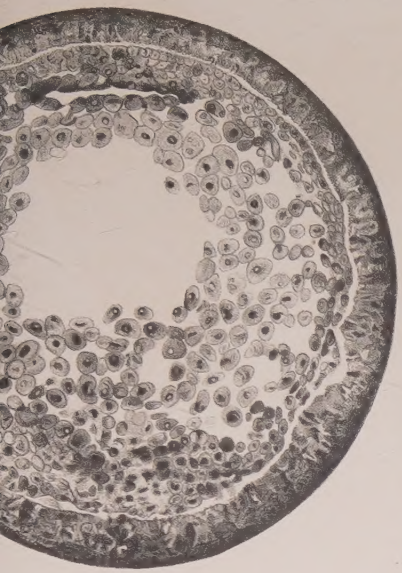
9.



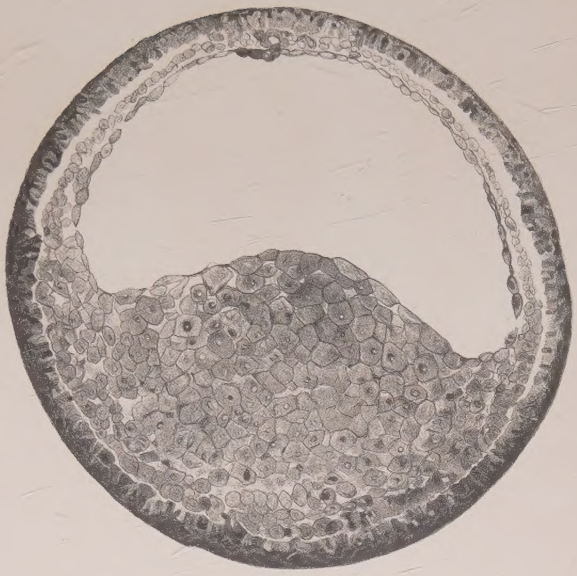
und des Mesoderms bei Bufo vulgaris.


9a
12a
13a
14.
13.
15.
12.

17.



18.



16.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

m und des Mesoderms bei Bufo vulgaris.